

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ :

H04N 7/26

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/43434

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

1. Oktober 1998 (01.10.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/00779

(22) Internationales Anmeldedatum: 16. März 1998 (16.03.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 12 785.1

26. März 1997 (26.03.97)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): PANDEL, Jürgen [DE/DE];
Schloßweg 17a, D-83630 Feldkirchen-Westerham (DE).
SALAI, Albert [DE/DE]; Hans-Sachs-Strasse 5, D-80469
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, US, europäisches Patent (AT,
BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.

(54) Title: METHOD AND ARRAY FOR COMPUTER-ASSISTED ASSESSMENT OF THE MOVEMENT OF AN ELEMENT OF AN
IMAGE TO BE CODED

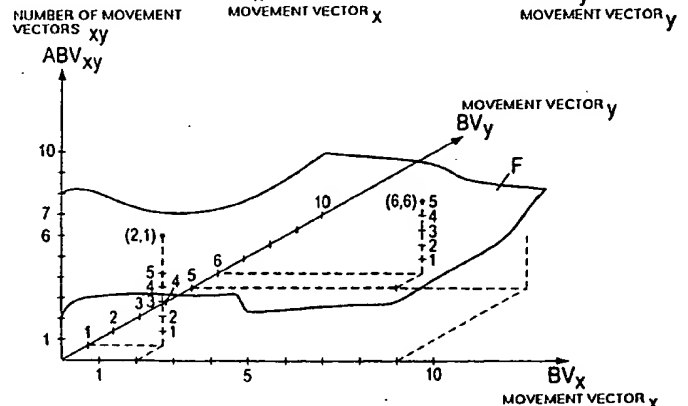
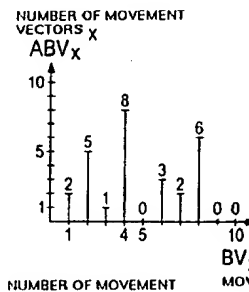
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR RECHNERGESTÜTZTEN BEWEGUNGSSCHÄTZUNG EINES ELE-
MENTS EINES ZU CODIERENDEN BILDES

(57) Abstract

In a first step (401) for assessing movement, the frequency
distribution of movement vectors and/or the components of
movement vectors of an image are determined. At least
one search position in a reference image is determined (402)
depending on the frequency distribution. A reference image is
determined in each search position for an element of an image
to be coded. An error margin for said search position is also
determined (403). Similarities between the element of the image
to be coded and the reference image are described on the basis
of the error margin.

(57) Zusammenfassung

In einem ersten Schritt (401) der Bewegungsschätzung
wird eine Häufigkeitsverteilung von Bewegungsvektoren
und/oder Komponenten von Bewegungsvektoren eines Bildes
ermittelt. Abhängig von der Häufigkeitsverteilung wird
mindestens eine Suchposition in einem Referenzbild bestimmt
(402). An der jeweiligen Suchposition wird für ein Element
eines zu codierenden Bildes ein Referenzbildelement bestimmt,
für die ein Fehlermaß ermittelt wird (403). Mit dem Fehlermaß
wird die Ähnlichkeit zwischen dem Element des zu codierenden
Bildes und dem Referenzbildelement beschrieben.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren und Anordnung zur rechnergestützten Bewegungsschätzung eines Elements eines zu codierenden Bildes

5

Die Erfindung betrifft die rechnergestützte Bewegungsschätzung eines Elements eines zu codierenden Bildes.

Für eine effiziente Kompression von Bewegtbildsequenzen wird eine zuverlässige Bewegungsschätzung bei der Bildcodierung benötigt. Es sind verschiedenste Arten der Bildcodierung bekannt. Dabei wird üblicherweise in zwei Arten der Bildcodierung unterschieden, der sog. blockbasierten Bildcodierung und der sog. objektbasierten Bildcodierung.

15

Verfahren zur blockbasierten Bildcodierung sind beispielsweise aus den Dokumenten [1], [2], [3], bekannt.

Verfahren zur objektbasierten Bildcodierung sind beispielsweise aus dem Dokument [4] bekannt.

20

Aus [5] ist ein Verfahren zur Bildcodierung bekannt, bei dem Bewegungsvektoren für ein Bild ermittelt werden und aus den Bewegungsvektoren ein hinsichtlich der tatsächlichen Bewegung eines Bildblocks optimaler Bewegungsvektor aus den Bewegungsvektoren ausgewählt wird.

25

Aus [6] ist ein weiteres blockbasiertes Bildcodierungsverfahren bekannt, bei dem eine statistische Verteilung des Differenzbildsignals ermittelt wird. Abhängig von der statistischen Verteilung wird entschieden, ob ein jeweils zu codierender Bildblock codiert wird oder nicht.

30

Sowohl bei der blockbasierten als auch bei der objektbasierten Bildcodierung wird bei üblichen Verfahren eine Bewegungsschätzung durchgeführt. Bei einer Bewegungsschätzung wird für ein Element eines zu codierenden Bildes versucht, ob ein zu-

35

vor codiertes Bild einen Bereich enthält, der mit dem zu codierenden Bereich so gut übereinstimmt, daß es mit ausreichender Bildqualität genügt, lediglich einen Verweis auf den schon codierten Bereich zu codieren anstelle der Codierung des gesamten zu codierenden Elements. Da üblicherweise eine Verschiebung des jeweiligen Elements zwischen zeitlich aufeinanderfolgenden Bildern stattfindet, erfolgt der Verweis in Form eines sog. Bewegungsvektors, mit dem die Verschiebung des Bereichs aus dem vorangegangenen Bild zu dem Element in dem zu codierenden Bild beschrieben wird.

Für die Bewegungsvektorschätzung gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Suchstrategien. Für blockbasierte Bildkompressionsverfahren wird üblicherweise das sog. "Blockmatching-Verfahren" verwendet. Es beruht darauf, daß der zu codierende Bildblock mit gleich großen Blöcken eines zeitlich vorangegangenen Bildes verglichen wird. Das zeitlich vorangegangene Bild wird im weiteren als Referenzbild bezeichnet. Einer der Referenzbildblöcke befindet sich auf der gleichen Position wie der zu codierende Bildblock, die anderen Referenzblöcke sind gegenüber diesem örtlich verschoben. Bei großem Suchbereich in horizontaler und vertikaler Richtung ergeben sich sehr viele Suchpositionen, so daß bei vollständiger Suche ("Full Search") auch entsprechend viele Blockvergleiche ("Matchings") durchgeführt werden müssen. Als Kriterium für die Übereinstimmungsgüte zwischen zu codierendem Bildblock und Referenzblock wird im allgemeinen die Summe der absoluten Differenzen der Codierungsinformation, die jeweils in einzelnen Bildpunkten zugeordnet wird, verwendet.

Als Codierungsinformation wird in diesem Zusammenhang beispielsweise eine dem jeweiligen Bildpunkt zugeordnete Luminanzinformation oder auch Chrominanzinformation verstanden.

Ferner ist als Suchstrategie das sog. Verfahren der Spiralsuche bekannt. Bei der Spiralsuche werden wiederum alle Suchpositionen abgearbeitet, jedoch spiralförmig, d.h. beginnend

von der sog. Nullverschiebung, d.h. von der gleichen Position wie der zu codierende Block. Die Suchpositionen werden auf einer spiralförmigen Kurve um die Nullverschiebung gewählt, wobei sich die Suchpositionen immer weiter von der Nullverschiebung entfernt befinden.

Bei dem Verfahren zur Bewegungsschätzung wird am Ende des Verfahrens der Bewegungsvektor derjenigen Suchposition zugeordnet, bei der die Summe der absoluten Differenzen der Codierungsinformation des zu codierenden Bildblocks und dem entsprechenden Bildblock in dem Referenzbild minimal ist.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Verfahren zur Bewegungsschätzung anzugeben, mit dem die Bewegungscharakteristik von Elementen digitalisierter Bilder in einer Bewegungsbildsequenz besser im Rahmen der Bildcodierung berücksichtigt wird, als dies mit bekannten Verfahren möglich ist.

Das Problem wird durch das Verfahren gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Bei dem Verfahren wird für Komponenten von Bewegungsvektoren oder für Bewegungsvektoren von zuvor schon bearbeiteten Bildelementen, d.h. für Bildelemente, für die schon eine Bewegungsschätzung durchgeführt wurde, eine Häufigkeitsverteilung ermittelt. Abhängig von der Häufigkeitsverteilung wird mindestens eine Suchposition bestimmt. An der Suchposition wird ein Referenzbildelement bestimmt. Für das Originalbildelement wird ein Fehlermaß ermittelt, wobei mit dem Fehlermaß die Ähnlichkeit zwischen dem Originalbildelement und dem Referenzbildelement beschrieben wird. Der Ort des Referenzbildelementes bestimmt die Suchposition.

Das im weiteren beschriebene Verfahren wird zur einfacheren Darstellung anhand eines Bildblocks BB als Bildelement, welches beispielsweise 8x8 Bildpunkte aufweist, beschrieben. Es ist jedoch ohne Einschränkung der Allgemeingültigkeit ohne

weiteres auch für Makroblöcke, die üblicherweise aus 4 oder auch 6 Bildblöcken bestehen, anwendbar. Auch können im Rahmen des Verfahrens beliebig andere Elementareinheiten, d.h. Bildelemente des jeweils zugrundeliegenden Codiervorgangs berücksichtigt werden, beispielsweise Rechtecke oder Dreiecke, usw. beliebiger Form und Größe bzw. bei objektbasierter Bildcodierung Bildobjekte beliebiger Form oder beliebig geformte Teile von Bildobjekten. Somit ist unter einem Bildelement eine Elementareinheit beliebiger Form und Größe zu verstehen, in die das Bild B aufgeteilt wird, und für die das jeweilige Codierungsverfahren erfolgt.

Mit diesem Verfahren wird erstmals eine Suchstrategie für einen neuen Bewegungsvektor vorgeschlagen, die an die Vektorstatistik bereits gefundener Bewegungsvektoren bzw. Komponenten von Bewegungsvektoren im gleichen Bild bzw. an die Vektorstatistik der zeitlich zurückliegenden Bilder angepaßt ist. Damit wird die Bildcodierung besser an die Bewegungscharakteristik der Bewegtbildsequenz angepaßt, womit der benötigte Rechenaufwand für die Bewegungsschätzung reduziert wird.

Bei der Anordnung zur Durchführung des Verfahrens ist ein Bildspeicher zur Speicherung der digitalisierten Bilder sowie eine Prozessoreinheit vorgesehen mit der die einzelnen Verfahrensschritte des Verfahrens durchgeführt werden.

Auch die Anordnung weist die oben genannten Vorteile des Verfahrens gegenüber dem bekannten Verfahren zur Bewegungsschätzung auf.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Es ist in einer Weiterbildung des Verfahrens vorteilhaft, bei der Ermittlung des Fehlermaßes, welches durch eine Folge von Akkumulationen von Differenzwerten gebildet werden kann, die

Ermittlung des Fehlermaßes bezüglich eines Referenzbildelements abzuberechnen, wenn der Wert des Fehlermaßes bezüglich des jeweils untersuchten Referenzbildelements größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert.

5

Durch diese Vorgehensweise werden unnötige zusätzliche Rechenoperationen vermieden, was zu einer Einsparung benötigter Rechenleistung für die Anordnung bei der Durchführung des Verfahrens führt.

10

Diese Weiterbildung kann dadurch noch weiter verbessert werden, daß der Schwellenwert variabel ausgestaltet ist und dem Schwellenwert jeweils der Wert des Fehlermaßes des in dem bisherigen Verfahren als optimal betrachteten Bildelements zugewiesen wird. Auf diese Weise wird eine weitere Reduktion benötigter Rechenoperationen erreicht.

15

Gerade im Zusammenhang mit dieser Weiterbildung des Verfahrens kommt die Berücksichtigung der Häufigkeitsverteilung der Bewegungsvektoren bzw. der Komponenten von Bewegungsvektoren sehr vorteilhaft zur Geltung, da für den Fall, daß häufig vorkommende Bewegungsvektoren zur Bestimmung von Suchpositionen herangezogen werden, in denen die Referenzbildelemente vorzugsweise in einer frühen Phase des Verfahrens verglichen werden, wird statistisch sehr früh ein sehr gutes Fehlermaß und somit einen sehr kleinen Schwellenwert ermittelt, was bei weiteren Ermittlungen des Fehlermaßes bezüglich weiterer Referenzbildelemente im Rahmen der Bewegungsschätzung dazu führt, daß die Akkumulationen der Differenzen der Codierungsinformation im weiteren Verfahren frühzeitig abgebrochen werden können. Dadurch wird eine erhebliche Rechenzeiteinsparung, verglichen mit bekannten Verfahren zur Bewegungsschätzung, erreicht.

20

25

30

In den Figuren ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, welches im weiteren näher erläutert wird.

35

Es zeigen

- Fig. 1 eine Rechneranordnung mit zwei Rechnern, einer Kamera und einem Übertragungsmedium;
Fig. 2 eine Folge digitalisierter Bilder, die in einem Speicher eines Rechners gespeichert sind;
5 Fig. 3a bis 3c Häufigkeitsverteilungen von Komponenten von Bewegungsvektoren bzw. von Bewegungsvektoren von Bildelementen eines digitalisierten Bildes;
Fig. 4 ein Ablaufdiagramm, in dem die einzelnen Verfahrensschritte des Verfahrens dargestellt sind.
10

In Fig. 1 ist eine Kamera K dargestellt, mit der Bilder aufgenommen werden. Die Kamera K kann beispielsweise eine beliebige analoge Kamera K sein, die Bilder einer Szene aufnimmt und diese Bilder entweder in der Kamera K digitalisiert oder auch analog zu einem Rechner R1 überträgt, in dem dann entweder die digitalisierten Bilder verarbeitet werden oder die analogen Bilder zu digitalisierten Bildern umgewandelt werden und die digitalisierten Bilder verarbeitet werden.
15

Der Rechner R1 weist eine Prozessoreinheit P auf, mit der die im weiteren beschriebenen Verfahrensschritte der Bewegungsschätzung oder der Bewegungskompensation sowie eventuell weitere Verfahrensschritte beispielsweise zur Bildcodierung durchgeführt werden. Die Prozessoreinheit P ist beispielsweise über einen Bus BU mit einem Speicher SP, in dem die Bilddaten gespeichert werden, gekoppelt.
20
25

Es ist vorgesehen, in dem Rechner R1 die Bildcodierung vorzunehmen und nach Übertragung der komprimierten Bilddaten über ein Übertragungsmedium UM zu einem weiteren Rechner R2 in dem weiteren Rechner R2 die Bilddecodierung durchzuführen. Der weitere Rechner R2 weist beispielsweise den gleichen Aufbau auf wie der erste Rechner R1, also den Speicher SP, der über den Bus BU mit der Prozessoreinheit P gekoppelt ist.
30
35

Die digitalisierten Bilder bzw. die rekonstruierten Bilder können entweder auf einem ersten Bildschirm BS1, der mit dem ersten Rechner R1 gekoppelt ist oder auf einem zweiten Bildschirm BS2, der mit dem zweiten Rechner R2 gekoppelt ist, dargestellt werden.

Das Verfahren zur Bewegungsschätzung kann sowohl im Rahmen sog. blockbasierter Bildcodierungsverfahren als auch im Rahmen objektbasierter Bildcodierungsverfahren eingesetzt werden.

Im weiteren wird jedoch zur einfacheren Darstellung lediglich die Vorgehensweise für ein blockbasiertes Bildcodierungsverfahren dargestellt.

In Fig. 2 ist symbolisch eine Folge von digitalisierten Bildern ZVB, EVB, OB dargestellt, die in dem Speicher SP gespeichert werden.

Diese Darstellung stellt lediglich eine symbolhafte Darstellung dar, da bei den meisten Bildcodierungsverfahren nicht mehrere aufeinanderfolgende Bilder komplett in dem Speicher SP gespeichert werden. Diese Darstellung dient somit lediglich zur Veranschaulichung des Verfahrens.

Ziel der Bewegungsschätzung ist es, für ein Originalbild OB der Bildfolge eine Bildcodierung durchzuführen.

Es wird jeweils für ein Element OBE des Originalbildes OB versucht, ein schon codiertes, d.h. bearbeitetes Bildelement BBE zu finden, welches in einem ersten vorangegangenen Bild EVB enthalten ist, das dem Element OBE des Originalbildes OB ausreichend ähnlich ist. Das bearbeitete Bildelement BBE ist schon codiert und somit auch schon übertragen.

Ausreichend ähnlich bedeutet in diesem Zusammenhang, daß es bei nur geringer Verminderung der Bildqualität ausreichend

ist, das bearbeitete Bildelement BBE unter einer möglichen Verschiebung, die zwischen dem bearbeiteten Bildelement BBE in dem ersten vorangegangenen Bild EVB und dem Element OBE des Originalbildes OB erfolgt, bei der Bilddecodierung in das zu decodierende Bild einzufügen, womit eine aufwendige Codierung des Elements OBE des Originalbildes OB nicht mehr erforderlich ist.

Die Verschiebung des bearbeiteten Bildelements BBE zwischen dem ersten vorangegangenen Bild EVB und dem jeweiligen Element OBE des Originalbildes OB wird als Bewegungsvektor BV bezeichnet.

Bei üblichen blockbasierten Bildcodierungsverfahren wird für jeden Bildblock eines Bildes oder auch nur einem sog. Makroblock, der beispielsweise 4 oder 6 Bildblöcke aufweist, ein Bewegungsvektor BV ermittelt und dem Bildblock bzw. Makroblock zugeordnet.

Eine erhebliche Rolle für den erforderlichen Rechenaufwand bei der Bewegungsschätzung spielt die Reihenfolge, in der für das Element OBE des Originalbildes OB in dem ersten vorangegangenen Bild EVB nach einem Bildelement gesucht wird, das mit dem Element OBE des Originalbildes OB ausreichend gut übereinstimmt. Im weiteren werden die Bildblöcke, mit denen das Element OBE des Originalbildes OB verglichen wird, als Referenzbildelemente RBE bezeichnet.

In Fig. 2 sind bearbeitete Bildelemente BBE dargestellt, denen jeweils ein Bewegungsvektor BV zugeordnet wurde.

Vor der Durchführung der Bewegungsschätzung für das Element OBE des Originalbildes OB oder für jeweils das gesamte Originalbild OB wird eine Häufigkeitsverteilung von Bewegungsvektoren BV schon bearbeiteter Bildelemente BBE ermittelt. Dabei können beliebig viele schon bearbeitete Bildelemente BBE innerhalb des Originalbildes OB, oder auch innerhalb einer be-

liebigen Anzahl vorangegangener Bilder, beispielsweise dem ersten vorangegangenen Bild EVB oder auch einem zweiten vorangegangenen Bild ZVB oder weiterer vorangegangener Bilder in der Bildfolge berücksichtigt werden.

5

Bei der Häufigkeitsverteilung wird die Anzahl jeweils vorkommender Bewegungsvektoren BV, wie sie beispielsweise in Fig. 3c skizziert ist, akkumuliert. Der Bewegungsvektor BV weist üblicherweise im 2-dimensionalen Raum eine erste Komponenten BV_x sowie eine zweite Komponente BV_y auf. Beide Komponenten bilden zusammen jeweils den Bewegungsvektor BV.

10

In Fig. 3c ist eine Häufigkeitsverteilung F der Bewegungsvektoren BV beispielhaft dargestellt. Es ist jeweils für jede vorkommende Komponente des Bewegungsvektors BV die Anzahl ABV_{xy} dargestellt, mit der die Häufigkeit des Auftretens des jeweiligen Bewegungsvektors BV beschrieben wird. Es ergibt sich damit eine 2-dimensionale Fläche F in einem 3-dimensionalen Raum, der durch die erste Komponente BV_x , die zweite Komponente BV_y sowie die Anzahl ABV_{xy} aufgespannt wird.

15

20

In Fig. 3c ist beispielhaft dargestellt, daß der Bewegungsvektor (2,1) bei den berücksichtigten bearbeiteten Bildelementen BBE, die zur Ermittlung der Häufigkeitsverteilung herangezogen wurden, 6 mal vorkam. Der Bewegungsvektor (6,6) ist in diesem Beispiel 5 mal vorgekommen.

25

Bei dem Verfahren wird in einem weiteren Schritt eine Suchposition für das Element OBE in dem Originalbild OB bezüglich mindestens eines Referenzbildelements RBE in dem ersten vorangegangenen Bild EVB abhängig von der Häufigkeitsverteilung F bestimmt. An der Suchposition wird ferner für das Originalbildelement OBE ein Fehlermaß ermittelt. Dies erfolgt beispielsweise dadurch, daß in dem ersten vorangegangenen Bild EVB an der Suchposition das Referenzbildelement RBE, welches die Suchposition enthält, ein Vergleich der Codierungsinfor-

30

35

mation, die jeweils das Referenzbildelement RBE bzw. das Element OBE des Originalbildes OB enthält, erfolgt.

- Das Fehlermaß erfolgt beispielsweise durch Differenzbildung der Codierungsinformation der einzelnen Bildpunkte des Elements OBE und des Referenzbildelements RBE. Hierbei wird beispielsweise die Summe der quadratischen Differenzen verwendet.
- 10 In einer Weiterbildung des Verfahrens können mehrere Suchpositionen bestimmt werden und somit auch mehrere Differenzbildelemente RBE, die jeweils mindestens eine Suchposition enthalten.
- 15 Die Bildung des Fehlermaßes wird jeweils für ein Referenzbildelement RBE und das Element OB des Originalbildes OB durchgeführt. Es wird dasjenige Referenzbildelement RBE ausgewählt und im Rahmen der Bewegungsschätzung als das dem Element OBE ähnlichste Referenzbildelement RBE verwendet, welches unter den berücksichtigten Referenzbildelementen RBE dem
- 20 Element OB des Originalbildes OB bezüglich des Fehlermaßes die größte Übereinstimmung mit dem Element OB des Originalbildes OB aufweist.
- 25 Die Reihenfolge, in der die einzelnen Referenzbildelemente RBE untersucht werden, wird abhängig von der Häufigkeitsverteilung der Bewegungsvektoren BV.
- Dies bedeutet beispielsweise, daß die Vergleiche des Elements OBE des Originalbilds OB mit den Referenzbildelementen RBE an der Suchposition begonnen wird, die sich dadurch ergibt, daß ausgehend von der Position des Elements OBE des Originalbilds OB die Position um den am häufigsten vorkommenden Bewegungsvektor in der Häufigkeitsverteilung verschoben wird. Daraus
- 30 ergibt sich die Suchposition in dem ersten vorangegangenen Bild EVB, in dem nach der Statistik, d.h. der Semantik des Bildinhalts es am wahrscheinlichsten ist, daß sich ein dem
- 35

Element OBE sehr ähnliches Referenzbildelement RBE in dem ersten vorangegangenen Bild EVB befindet.

Es wird ferner ein vorgebbbarer Schwellenwert im Rahmen dieses
5 Verfahrens berücksichtigt.

Bei jedem Vergleich des Elements OBE des Originalbilds OB mit einem Referenzbildelement RBE wird das Fehlermaß solange weiter ermittelt, d.h. die einzelnen Differenzen der Codierungsinformation solange weiter aufsummiert, bis der Wert des Fehlermaßes den Schwellenwert übersteigt.
10

In Fig. 4 ist das Verfahren in seinen einzelnen Verfahrensschritten in einem Ablaufdiagramm zusammengefaßt dargestellt.
15

In einem ersten Schritt (401) wird eine Häufigkeitsverteilung von Bewegungsvektoren BV und/oder Komponenten von Bewegungsvektoren BV_x , BV_y bearbeiteter Bildelemente BBE vorangegangener Bilder EVB, ZVB, ... ermittelt.
20

In einem weiteren Schritt (402) wird mindestens eine Suchposition in einem Referenzbild EVB abhängig von der Häufigkeitsverteilung bestimmt.

Für das Element OBE des Originalbildes OB wird im Rahmen der Bewegungsschätzung ein Fehlermaß der Codierungsinformation des Elements OBE des Originalbildes OB bezüglich eines Referenzbildelements RBE an der Suchposition ermittelt (403), wobei mit dem Fehlermaß die Ähnlichkeit zwischen dem Element
25 OBE mit dem Referenzbildelement RBE beschrieben wird.
30

Im folgenden werden einige Varianten des oben beschriebenen Ausführungsbeispiels beschrieben:

35 Die Kamera K kann z.B. auch eine digitale Kamera K sein, mit der direkt digitalisierte Bilder B aufgenommen und dem Rechner R1 zur Weiterverarbeitung zugeführt werden.

Der Rechner R1 kann auch als eine eigenständige Anordnung,
die die beschriebenen Verfahrensschritte durchführt, ausge-
staltet sein, beispielsweise als eine eigenständige Computer-
5 karte, die in einem Rechner installiert ist.

Auch wenn oben lediglich die Vorgehensweise für ein blockba-
siertes Bildcodierungsverfahren dargestellt wurde, so ist das
Verfahren jedoch ohne weiteres auch für objektbasierte Bild-
10 codierungsverfahren einsetzbar. Bei objektbasierten Bildco-
dierungsverfahren ist es lediglich erforderlich, daß im Rah-
men der Bewegungsschätzung jeweils Bildobjekte ungefähr glei-
cher Form und Größe miteinander verglichen werden, da sonst
das Ergebnis der Bewegungsschätzung unter Umständen fehler-
15 haft werden könnte.

Es ist in einer Variante des Verfahrens ferner vorgesehen,
lediglich eine Häufigkeitsverteilung für die einzelnen Kompo-
nenten BV_x und BV_y des Bewegungsvektors BV zu ermitteln.

20 Eine solche Häufigkeitsverteilung ist beispielhaft in Fig. 3a
für die erste Komponente BV_x dargestellt. In Fig. 3a ist dar-
gestellt, daß die erste Komponente BV_x mit einem Wert 4 bei
den berücksichtigten bearbeiteten Bildelementen BBE 8 mal
25 vorkam. Die erste Komponenten BV_x mit einem Wert 1 ist bei-
spielsweise 2 mal vorgekommen.

In Fig. 3b ist eine solche Häufigkeitsverteilung für die
zweite Komponenten BV_y dargestellt. Die Reihenfolge, in der
30 die einzelnen Referenzbildelemente RBE untersucht werden,
wird in diesem Fall abhängig von der Häufigkeitsverteilung
der Komponenten BV_x und BV_y der Bewegungsvektoren BV gewählt.

Das Fehlermaß kann z.B. auch durch Summenbildung der absolu-
35 ten Differenz der Bildpunkte des Elements OBE und des Refe-
renzbildelements RBE ermittelt werden. Weitere Möglichkeiten
zur Bildung des Fehlermaßes sind dem Fachmann hinlänglich ge-

läufig und können ohne Einschränkung im Rahmen dieses Verfahrens verwendet werden.

5 Ferner ist es in einer Variante vorgesehen, den Schwellenwert adaptiv auszugestalten, d.h. jeweils den Schwellenwert auf einen neuen Wert zu setzen, wenn das Fehlermaß nach Berücksichtigung aller Bildpunkte in dem jeweiligen Elementen OBE, RBE berücksichtigt wurde und das Fehlermaß das kleiner ist als der bisherige Schwellenwert. In diesem Fall wird der Wert
10 des Fehlermaßes dem Wert des Schwellenwerts zugeordnet. Auf diese Weise wird jeweils der Schwellenwert auf den "optimalsten" Wert des Fehlermaßes bei einer iterativen Durchführung des Verfahrens für mehrere Referenzbildelemente RBE durchgeführt.

15 Wird jeweils dann die Untersuchung eines Referenzbildelementes RBE abgebrochen, wenn der Wert des Fehlermaßes für den jeweiligen Vergleich den Wert des Schwellenwerts übersteigt, so wird eine erhebliche Rechenzeiteinsparung durch Berücksichtigung der Häufigkeitsverteilung erreicht, da statistisch
20 gewährleistet ist, daß schon sehr frühzeitig ein sehr ähnliches Bildelement RWE ermittelt wird und somit schon sehr frühzeitig ein Schwellenwert mit einem kleinen Wert ermittelt wird.

Im Rahmen dieses Dokumentes wurden folgende Veröffentlichungen zitiert:

- 5 [1] Ming Liou, Overview of the px64 kbit/s Video Coding
Standard, Communications of the ACM, Vol. 34, No. 4,
S. 60 - 63, April 1991
- 10 [2] G. Wallace, The JPEG Still Picture Compression Standard,
Communications of the ACM, Vol. 34, No. 4, S. 31 - 44,
April 1991
- 15 [3] D. Le Gall, MPEG: A Video Compression Standard for
Multimedia Applications, Communications of the ACM,
Vol. 34, No. 4, S. 47 - 58, April 1991
- [4] S. Hofmeier, Multimedia für unterwegs, Funkschau, Nr. 7,
S. 75 - 77, 15. März 1996
- 20 [5] US 5 028 996
- [6] US 5 565 921

Patentansprüche

1. Verfahren zur rechnergestützten Bewegungsschätzung eines Elements (OBE) eines zu codierenden Bildes, mit einer beliebigen Anzahl von Bildpunkten (BP), zur Bildcodierung digitalisierter Bilder,
 - bei dem eine Häufigkeitsverteilung (HV) mindestens einer Komponente von Bewegungsvektoren und/oder von Bewegungsvektoren von bearbeiteten Bildelementen (BBE), für die schon eine Bewegungsschätzung durchgeführt wurde, ermittelt wird,
 - bei dem mindestens eine Suchposition (SP) abhängig von der Häufigkeitsverteilung (HV) bestimmt wird,
 - bei dem für das Originalbildelement (OBE) an der Suchposition (SP) ein Fehlermaß ermittelt wird,
 - bei dem mit dem Fehlermaß die Ähnlichkeit zwischen dem Element (OBE) und einem Referenzbildelement (RBE) beschrieben wird, und
 - bei dem die Suchposition (SP) durch das Referenzbildelement (RBE) gegeben ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
 - bei dem mehrere Suchpositionen (SP) bestimmt werden,
 - bei dem mehrere Referenzbildelemente (RBE) bestimmt werden, die jeweils mindestens eine Suchposition (SP) enthalten,
 - bei dem das Verfahren für jeweils das Element (OBE) des zu codierenden Bildes und ein Referenzbildelement (RBE) durchgeführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
 - bei dem die Referenzbildelemente (RBE) in einer Reihenfolge bearbeitet werden, die sich aus der Häufigkeitsverteilung (HV) ergibt.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
 - bei dem die Referenzbildelemente (RBE) in der Reihenfolge abnehmender Häufigkeit der Komponente von Bewegungsvektoren und/oder der Bewegungsvektoren bearbeitet werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
- bei dem jeweils den Bildpunkten (BP) Codierungsinformation zugeordnet wird, und
5 - bei dem das Fehlermaß gebildet wird, indem die Codierungsinformation des Elements (OBE) mit Codierungsinformation des Referenzbildelements (RBE) verglichen wird,
6. Verfahren nach Anspruch 5,
10 bei dem das Fehlermaß durch eine Summe von Differenzen der Codierungsinformation des Elements (OBE) mit Codierungsinformation des Referenzbildelements (RBE) ermittelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
15 bei dem die Ermittlung des Fehlermaßes für ein Referenzbildelement (RBE) abgebrochen wird, wenn der Wert des Fehlermaßes größer ist als ein Schwellenwert.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
20 bei dem der Schwellenwert zu Beginn des Verfahrens vorgegeben wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
- bei dem der Schwellenwert variabel ausgestaltet ist, und
25 - bei dem dem Schwellenwert der Wert des Fehlermaßes zugewiesen wird, wenn das Fehlermaß für das jeweilige Referenzbildelement (RBE) kleiner ist als der Schwellenwert.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
30 bei dem zur Bildcodierung eine blockbasierte Bildcodierung eingesetzt wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
bei dem zur Bildcodierung eine objektbasierte Bildcodierung
35 eingesetzt wird.

12. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
- mit einer Prozessoreinheit, mit der Verfahrensschritte des Verfahrens durchgeführt werden,
- 5 - mit einem Bildspeicher, der mit der Prozessoreinheit (PE) gekoppelt ist, zur Speicherung digitalisierter Bilder.
13. Anordnung nach Anspruch 12,
mit einer mit dem Bildspeicher (BS) gekoppelten Kamera (K).

1/3

FIG 1

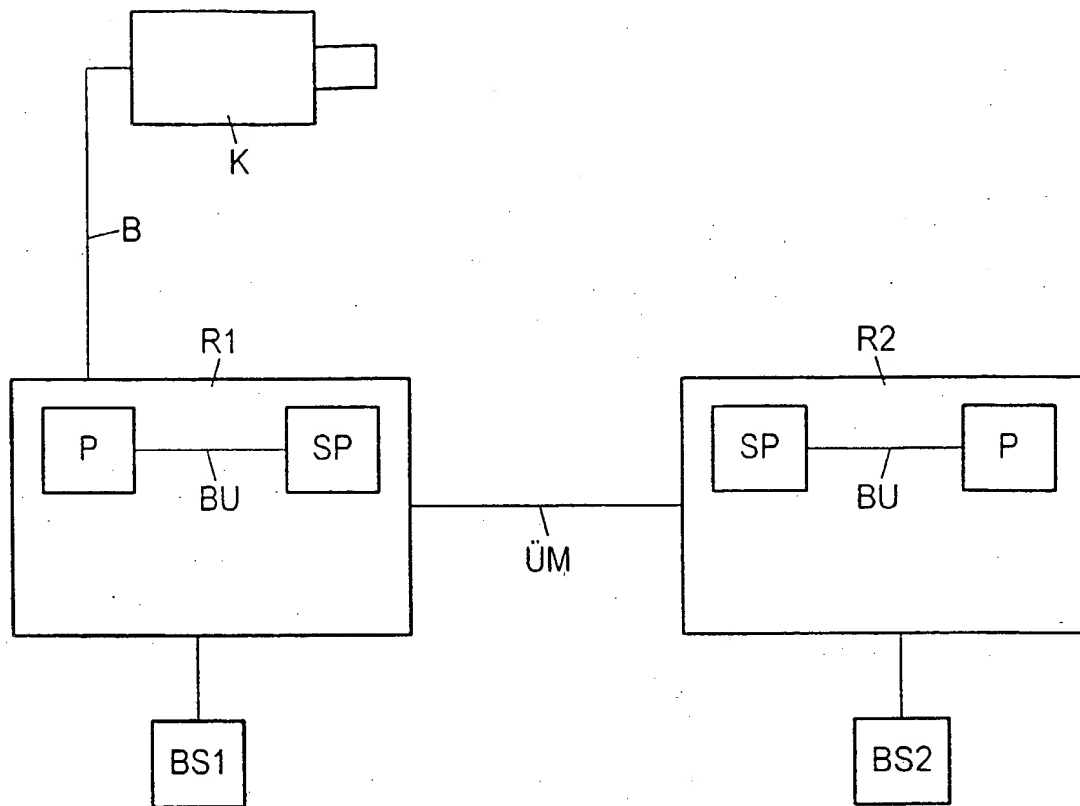


FIG 2

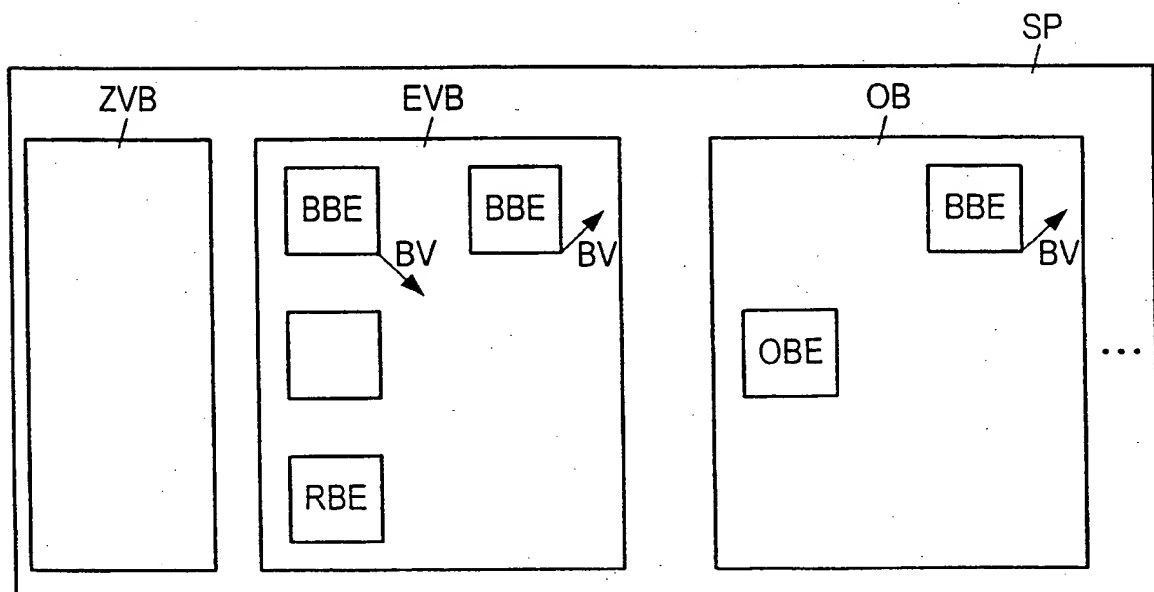


FIG 3A

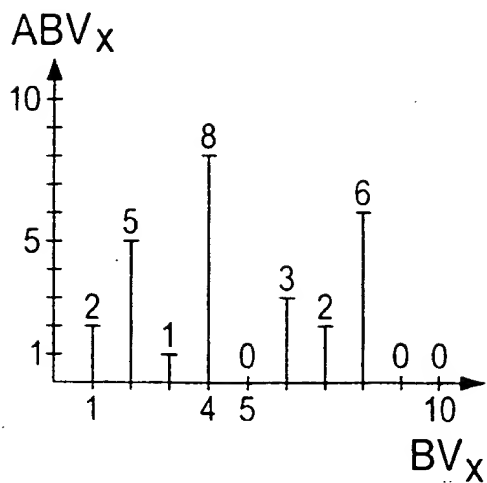


FIG 3B

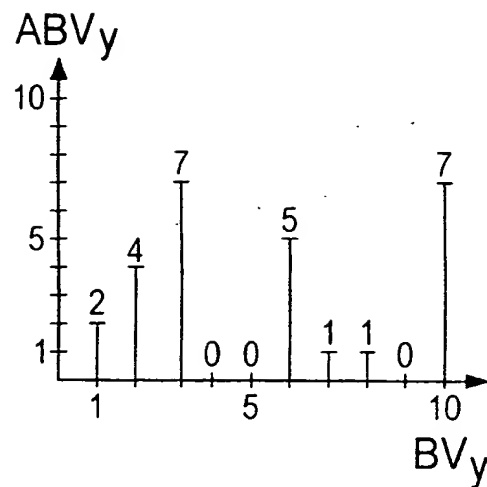


FIG 3C

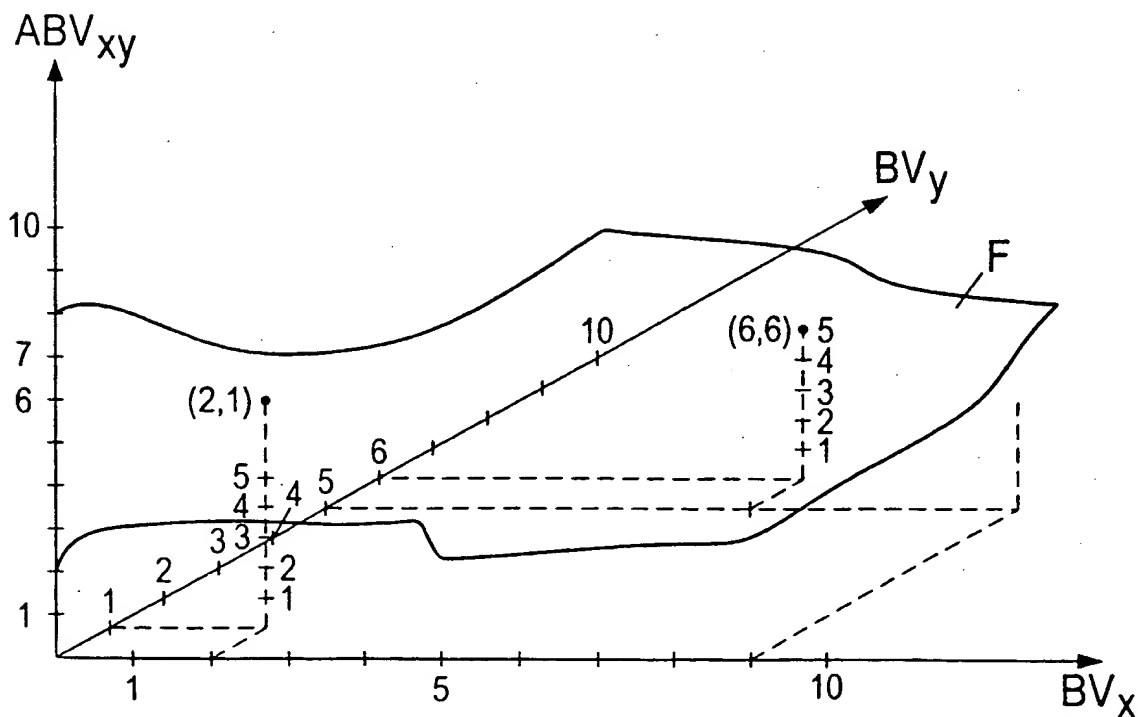
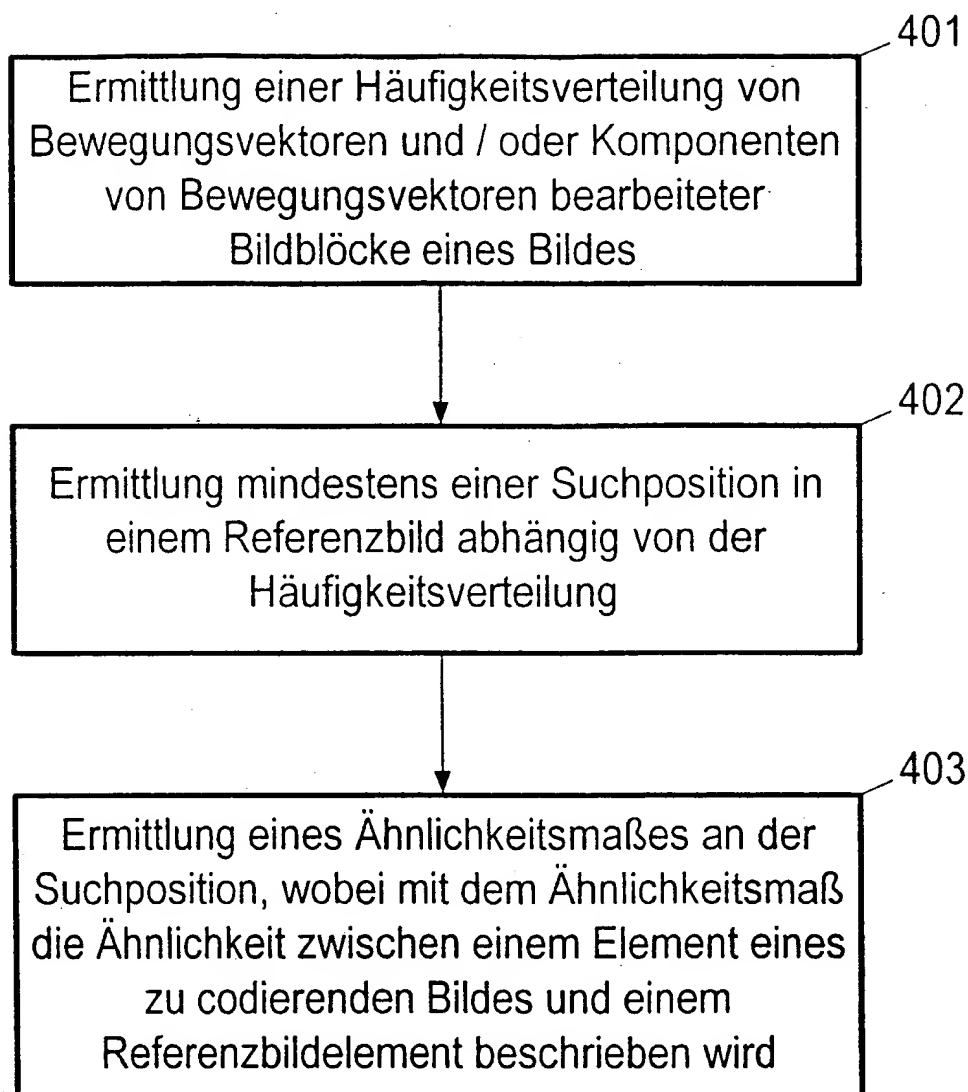


FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In. International Application No

PCT/DE 98/00779

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H04N7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 414 113 A (THOMSON BRANDT GMBH) 27 February 1991 see claims 1-4	1-13
A	EP 0 557 007 A (SONY CORP) 25 August 1993 see page 5, line 45 - page 6, line 1	1-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 003, 31 March 1997 & JP 08 307880 A (KOKUSAI DENSHIN DENWA CO LTD <KDD>), 22 November 1996 see abstract	1-13
A	WO 95 30310 A (MOTOROLA INC) 9 November 1995 see claim 3	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 August 1998

Date of mailing of the international search report

18/08/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Berbain, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/00779

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0414113	A	27-02-1991	DE 4007851 A	28-02-1991
			AT 138774 T	15-06-1996
			DE 59010348 D	04-07-1996
			ES 2088929 T	01-10-1996
			HK 65797 A	23-05-1997
			JP 3143183 A	18-06-1991
EP 0557007	A	25-08-1993	JP 5236462 A	10-09-1993
			JP 5227463 A	03-09-1993
			JP 5236321 A	10-09-1993
			US 5552823 A	03-09-1996
WO 9530310	A	09-11-1995	US 5537155 A	16-07-1996
			AU 688893 B	19-03-1998
			AU 2273595 A	29-11-1995
			CN 1128097 A	31-07-1996
			EP 0711488 A	15-05-1996
			JP 8512189 T	17-12-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00779

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H04N7/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H04N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 414 113 A (THOMSON BRANDT GMBH) 27. Februar 1991 siehe Ansprüche 1-4	1-13
A	EP 0 557 007 A (SONY CORP) 25. August 1993 siehe Seite 5, Zeile 45 - Seite 6, Zeile 1	1-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 097, no. 003, 31. März 1997 & JP 08 307880 A (KOKUSAI DENSHIN DENWA CO LTD <KDD>), 22. November 1996 siehe Zusammenfassung	1-13
A	WO 95 30310 A (MOTOROLA INC) 9. November 1995 siehe Anspruch 3	1-13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. August 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

18/08/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Berbain, F

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/00779

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0414113 A	27-02-1991	DE 4007851 A	28-02-1991
		AT 138774 T	15-06-1996
		DE 59010348 D	04-07-1996
		ES 2088929 T	01-10-1996
		HK 65797 A	23-05-1997
		JP 3143183 A	18-06-1991
EP 0557007 A	25-08-1993	JP 5236462 A	10-09-1993
		JP 5227463 A	03-09-1993
		JP 5236321 A	10-09-1993
		US 5552823 A	03-09-1996
WO 9530310 A	09-11-1995	US 5537155 A	16-07-1996
		AU 688893 B	19-03-1998
		AU 2273595 A	29-11-1995
		CN 1128097 A	31-07-1996
		EP 0711488 A	15-05-1996
		JP 8512189 T	17-12-1996